

Чембарисов Э.И., Баллиев А.И.

Научно-исследовательский институт ирригации и водных проблем,
Ташкент, Узбекистан

СОСТОЯНИЕ КОЛЛЕКТОРНО-ДРЕНАЖНЫХ ВОД ОРОШАЕМОЙ ТЕРРИТОРИИ КАРАКАЛПАКСТАНА И ОБОБЩЕНИЕ ПОЛЕВЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ ПО ИХ ИСПОЛЬЗОВАНИЮ

Аннотация. В настоящее время во всех регионах Узбекистана в орошаемой зоне существует и функционирует коллекторно-дренажная сеть. Гидрологический и гидрохимический мониторинг её работы начался в 1970-ые годы. Такая сеть существует и в орошаемой зоне Республики Каракалпакстан, длина которой в настоящее время равна 20614,7 км, а основными магистральными коллекторами являются КС-1, КС-3, КС-4, ГЛК. В последние годы объем коллекторно-дренажных вод (КДВ) орошаемой территории республики достиг 1,6-2,0 км³ и который меняется в зависимости от водности р. Амударьи. Несмотря на повышенную минерализацию (до 3,9-4,5 г/л) часть этих вод в маловодные годы можно повторно использовать на орошение сельскохозяйственных культур, о чем указано и в «Концепции развития водного хозяйства Республики Узбекистан на 2020-2030 гг.». На данное время уже накоплен многолетний полевой опыт использования этих вод с учетом различных агротехнических условий, механического состава орошаемых почв, солеустойчивости сельскохозяйственных культур и других факторов. Опираясь на вышеописанное, в данной статье рассмотрено состояние объемов и качество коллекторно-дренажных вод Республики Каракалпакстан в течение 2010-2021 гг., а также приведено краткое обобщение проведенных исследований по их повторному использованию на территории республики.

Ключевые слова: Республика Каракалпакстан, коллекторно-дренажные воды, минерализация, гидрологический и гидрохимический режим, повторное использование.

Chembarisov E.I., Balliev A.I.

Scientific Research Institute of Irrigation and Water Problems, Tashkent, Uzbekistan

THE STATE OF COLLECTOR AND DRAINAGE WATERS OF THE IRRIGATED TERRITORY OF KARAKALPAKSTAN AND THE GENERALIZATION OF FIELD STUDIES ON THEIR USE

Abstract. Currently, in all regions of Uzbekistan in the irrigated zone, a collector-drainage network exists and operates. Hydrological and hydrochemical monitoring of its work began in the 1970s. Such a network also exists in the irrigated zone of the Republic of Karakalpakstan, the length of which is currently 20,614.7 km, and the main collectors are KS-1, KS-3, KS-4, GLK. In recent years, the volume of collector-drainage water (CDW) of the irrigated territory of the republic has reached 1.6-2.0 km³, which varies depending on the water content of the river. Amu Darya. Despite the increased mineralization (up to 3.9-4.5 g/l), part of this water in dry years can be reused for irrigation of agricultural crops, as indicated in the "Concept for the development of water management of the Republic of Uzbekistan for 2020-2030". At this time, many years of field experience in using these waters have already been accumulated, taking into account various agrotechnical conditions, the mechanical composition of irrigated soils, the salt tolerance of crops and other factors. Based on the above, this article examines the state of the volumes and quality of collector and drainage waters of the Republic of Karakalpakstan during 2010-2021, and also provides a brief summary of the research conducted on their reuse in the territory of the republic.

Key words: Republic of Karakalpakstan, collector and drainage waters, mineralization, hydrological and hydrochemical regime, reuse.

Введение и постановка проблемы. Гидрологический и гидрохимический мониторинг коллекторно-дренажных вод в Узбекистане начался с 1970-годов, хотя сведения об объеме этих вод существуют с 1930 года. Приведем некоторые цифры об объемах этих вод за прошедшие годы по ККАССР (с 1991 г. – Республика Каракалпакстан) в км³: в 1930 г. – 0,01; в 1947 г. – 0,03; в 1957 г. – 0,04; в 1960 г. – 0,06; в 1965 г. – 0,15; в 1968 г. – 0,35; в 1970 г. – 0,65; в 1985 г. – 2,35; в 1990 г. – 2,33; в 1997 г. – 1,85; в 2001 г. – 0,59; в 2002 г. – 1,20; в 2003 г. – 2,25; в 2004 г. – 1,98; в 2005 г. – 2,40; в 2008 г. – 1,10; в 2010 г. – 2,83; в 2015 г. – 2,48; в 2018 г. – 1,48; в 2021 г. – 1,17. Приведенные цифры свидетельствуют о том, что независимо от различных факторов при ведении мелиоративных и ирригационных мероприятий образуется постоянный коллекторный сток, часть которого в экстремальных условиях можно повторно использовать на орошение и промывку засоленных земель.

Специалистам также известно, что со временем минерализация и химический состав коллекторно-дренажных вод может меняться [22]. В связи с этим в данной статье отмеченная проблема рассмотрена на примере Республики Каракалпакстан, где сельскохозяйственные посевы часто испытывают дефицит в оросительной воде. При этом приведены результаты анализа гидрологического и гидрохимического режимов, краткое обобщение полевых исследований по повторному использованию этих вод в данном регионе, а также рекомендации по их использованию.

Изученность вопроса. Различные гидрологические и гидрохимические характеристики коллекторно-дренажных вод Республики Каракалпакстан изучались многими авторами: А.У. Усмановым [16]; Ф.М. Рахимбаевым [12]; Э.И. Чембарисовым и Б.А. Бахритдиновым [20]; Ч.А. Абдировым [1]; Ш.Б. Толеповой [14]; Б.Е. Аденбаевым [2,3]; Э.И. Чембарисовым и Р.Т. Хожамуратовой [21,22]; Р.Т. Хожамуратовой [17]; М.А. Якубовым [23] и другими.

В своих публикациях А. Усманов [16], описывая методологию оценки качества дренажных вод в целях их использования на орошение и различные характеристики мелиоративного состояния орошаемых земель низовьев Амударьи, приводит некоторые данные о расходах и минерализации коллекторов Каракалпакстана.

Ф.М. Рахимбаев, изучая мелиоративное состояние орошаемых земель низовьев Амударьи, проанализировал изменение минерализации воды в отдельных коллекторах региона за 1968-1976 гг. [12].

Э.И. Чембарисов и Б.А. Бахритдинов в своей монографии, описывая гидрохимию поверхностных вод бассейна Амударьи, рассмотрели состояние коллекторов Республики Каракалпакстан и составили графики их внутригодового изменения за 1985-1988 гг., когда средняя минерализация КДВ по региону была равна 3,04 г/л, при этом в 1986 г. с орошаемой территории Каракалпакстана было отведено 2,35 км³ коллекторного стока [20].

Ч.А. Абдиров, Л.Г. Константинова и Е.К. Курбанбаев, рассматривая качество поверхностных вод низовьев Амударьи в условиях антропогенного преобразования пресноводного стока, приводят некоторые данные по химическому составу воды в магистральных коллекторах КС-4, КС-3, КС-1, ККС за 1989 гг. [1].

Ш.Б. Толепова, Р.Е. Курбанбаев, Б.С. Тлеумуратова, описывая состояние коллекторно-дренажных вод Республики Каракалпакстан, приводят их гидрохимические характеристики за период 1997-2002 гг. [14].

Б.Е. Аденбаев в своих работах [2,3] уделяет определённое внимание анализу изменения содержания главных ионов в отдельных коллекторах Республики Каракалпакстан.

Э.И. Чембарисов, Р.Т. Хожамуратова в своей монографии “Коллекторно-дренажные воды Республики Каракалпакстан” привели обобщенные сведения об объемах, минерализации и химическом составе коллекторно-дренажных вод Республики

Каракалпакстан за 1960-2007 гг. с выделением особенностей магистральных и межхозяйственных коллекторов [21].

Р.Т. Хожамуратова, изучая гидрологическую роль коллекторно-дренажную вод Республики Каракалпакстан в условиях дефицита водных ресурсов, оценила различные гидрологические и гидрохимические характеристики этих вод за два периода: а) 1960-1990 гг. и б) 1991-2007 гг. [17].

Многочисленные данные по объемам и минерализации коллекторно-дренажных вод по различным регионам Республики Узбекистан, включая и Республику Каракалпакстан, приведены в монографии М.А. Якубова, Х.Э. Якубова и Ш.Х. Якубова, в частности, в они отмечают, что в Республике Каракалпакстан коллекторно-дренажный сток в 1985 г. был равен $2,94 \text{ км}^3$ со средней минерализацией $2,95 \text{ г/л}$, в 1990 г. – $2,33 \text{ км}^3$ с минерализацией $4,22 \text{ г/л}$, а в 1997 г. – $1,85 \text{ км}^3$ с минерализацией $4,21 \text{ г/л}$ [23].

В приведенных публикациях авторов, в основном, приведены гидрологические и гидрохимические данные по коллекторным водам Республики Каракалпакстан за прошедшие годы. В настоящей статье освещаются соответствующие вопросы на материалах 2010-2021 гг.

Цель и задачи работы. Целью работы является анализ современного гидрологического и гидрохимического состояния магистральных коллекторов Республики Каракалпакстан, а также обобщение полевых исследований по возможностям повторного использования их стока на территории рассматриваемого региона. Основными задачами при этом явились обработка результатов анализа в виде цифровых графических характеристик водного и гидрохимического режимов магистральных коллекторов и составление рекомендаций по их использованию.

Материалы и методы. В проведенных расчетах и построенных графиках были использованы фондовые материалы республиканской мелиоративной экспедиции за 2010-2021 гг. Среднегодовое характеристики были получены расчетным путем. При изучении химического состава различных коллекторов был использован метод, при котором определялось содержание главных ионов в % эквивалентной форме. При этом в названии химического состава учитывались ионы, содержание которых превышало 20 % экв, а преобладающий ион ставился последним [20].

Результаты и их обсуждение. *Оценка приближенного водно-солевого баланса за многолетний период.* Согласно собранным и проанализированным данным, наименьшие объемы коллекторно-дренажного стока ($0,45\text{-}0,79 \text{ км}^3$). В Каракалпакстане наблюдались в 1968-1972 гг., при этом средняя расчетная минерализация изменялась от $2,48$ до $4,27 \text{ г/л}$.

В период 1973-1976 гг. объемы коллекторно-дренажного стока возросли до $0,82\text{-}1,52 \text{ км}^3$, средняя величина минерализации изменялась в пределах $1,96\text{-}4,2 \text{ г/л}$.

В 1986-1990 гг. объемы коллекторно-дренажного стока возросли до $1,9\text{-}2,6 \text{ км}^3$, средняя величина минерализации изменялась в пределах $3,91\text{-}4,33 \text{ г/л}$.

В эти годы поступление солей с оросительной водой изменялось от $6942,49$ до $9088,74$ тыс. т, а вынос солей изменялся от $8971,80$ до $10487,28$ тыс. т, причем вынос солей превышал их поступление, т.е. солевой баланс был отрицательным.

Сведения о приближенном солевом балансе орошаемой территории Республики Каракалпакстан за 2000-2021 гг. приведены в таблице 1.

Сток коллекторно-дренажных вод на территории республики за период 2000-2021 гг. изменялся в пределах от $2173,1$ млн м^3 (2001 г.) до $8350,4$ млн м^3 (2010 г.), средняя величина минерализации коллекторно-дренажных вод колебалась от $3,04 \text{ г/л}$ (2003 г.) до $4,31 \text{ г/л}$ (2000 г.), вынос солей коллекторно-дренажными водами варьировал от $2472,8$ тыс. т (2001 г.) до $9659,9$ тыс. т (2017 г.). При этом положительный солевой баланс наблюдался в 2001-2003, 2005, 2009, 2011-2014 и 2021 гг., а отрицательный – в 2000, 2004, 2006-2008, 2010, 2015-2020 гг.

Таблица 1

Приближенный водно-солевой баланс орошаемой зоны Республики Каракалпакстан за 2000-2021 гг.

Годы	Приходная часть		Поступление солей, тыс. т	Расходная часть		Вынос солей, тыс. т	Изменение количества солей, тыс. т
	Суммарный водозабор на орошение, млн м ³	минерализация оросительной воды, г/л		сток дренажно- сбросных вод, млн м ³	минерализация дренажно- сбросных вод, г/л		
		плотный остаток	плотный остаток		плотный остаток	плотный остаток	плотный остаток
2000	3594,7	1,265	4547,29	1572,2	4,312	6779,32	-2232,03
2001	2173,1	1,399	3040,17	589,9	4,192	2472,86	567,31
2002	5812,12	1,013	5887,68	1201,5	3,122	3751,18	2136,6
2003	8029,89	1,097	8808,79	2249,5	3,045	6849,73	1959,06
2004	6841,61	1,05	7183,69	1980,9	3,665	7260	-76,31
2005	8152,93	0,979	7981,72	2404,3	3,195	7681,74	299,98
2006	7023,99	1,121	7873,89	2248,7	3,583	8057,09	-183,2
2007	6206,22	1,145	7106,12	1989,3	3,845	7648,86	-542,74
2008	2736,8	1,312	3590,68	1100,1	4,222	4644,62	-1053,94
2009	7195,49	1,092	7857,48	1348,5	3,479	4691,43	3166,04
2010	8350,4	0,912	7615,56	2833	3,376	9564,21	-1948,64
2011	4852,8	1,119	5430,28	1300,1	3,648	4742,76	687,52
2012	7459,5	0,974	7265,55	2294,2	3,05	6997,31	268,24
2013	6155,7	1,016	6254,191	1712,2	3,312	5670,806	583,385
2014	6115,8	1,015	6207,537	1630,7	3,564	5811,815	395,722
2015	6921,1	0,934	6464,307	2481,9	3,45	8562,555	-2098,25
2016	6466,72	1,01	6531,387	2196,6	3,76	8259,216	-1727,83
2017	7108,14	1,052	7179,221	2569,14	3,692	9659,966	-2480,75
2018	4249,8	1,121	4764,026	1483,59	4,023	5968,906	-1204,88
2019	6818,35	0,932	6351,293	2391,48	3,427	8194,919	-1843,63
2020	5299,49	1,113	5899,468	1691,35	4,015	6790,045	-890,577
2021	4457,03	1,15	5123,635	1168,16	3,975	4642,998	480,637

Таблица рассчитана авторами по материалам мелиоративной экспедиции Республики Каракалпакстан.

В последние годы стало наблюдаться некоторое рассоление орошаемой территории, о чем свидетельствует преобладание выноса легкорастворимых солей над их поступлением.

Внутригодовые изменения расходов и минерализации воды. Основываясь на четырех типах гидрохимического режима, нами проведен анализ внутригодового изменения расходов и минерализации воды для магистральных коллекторов КС-1, КС-3, КС-4, ККС за 2000-2009 гг., 2010-2021 гг. и за 2000-2021 гг. (рис. 1).

В коллекторе КС-4 в 2000-2009 гг. наблюдался первый тип гидрохимического режима, когда с ростом расходов воды величина их минерализации несколько понижалась.

В 2000-2009 гг. в коллекторе КС-1 наблюдался третий тип гидрохимического режима, когда при заметном росте среднемесячных расходов воды, их величина минерализации изменялась незначительно (расходы воды от 5,40 м³/с в апрель до 10,60 м³/с в июле, а минерализация от 3,15 г/л в октябре до 4,33 г/л в мае).

Такая же картина наблюдается и во внутригодовом изменении расходов воды и величины минерализации в период 2010-2021 гг.

Аналогичная картина наблюдается и на графике внутригодового гидрохимического режима в коллекторе КС-1 за весь период 2000-2021 гг.

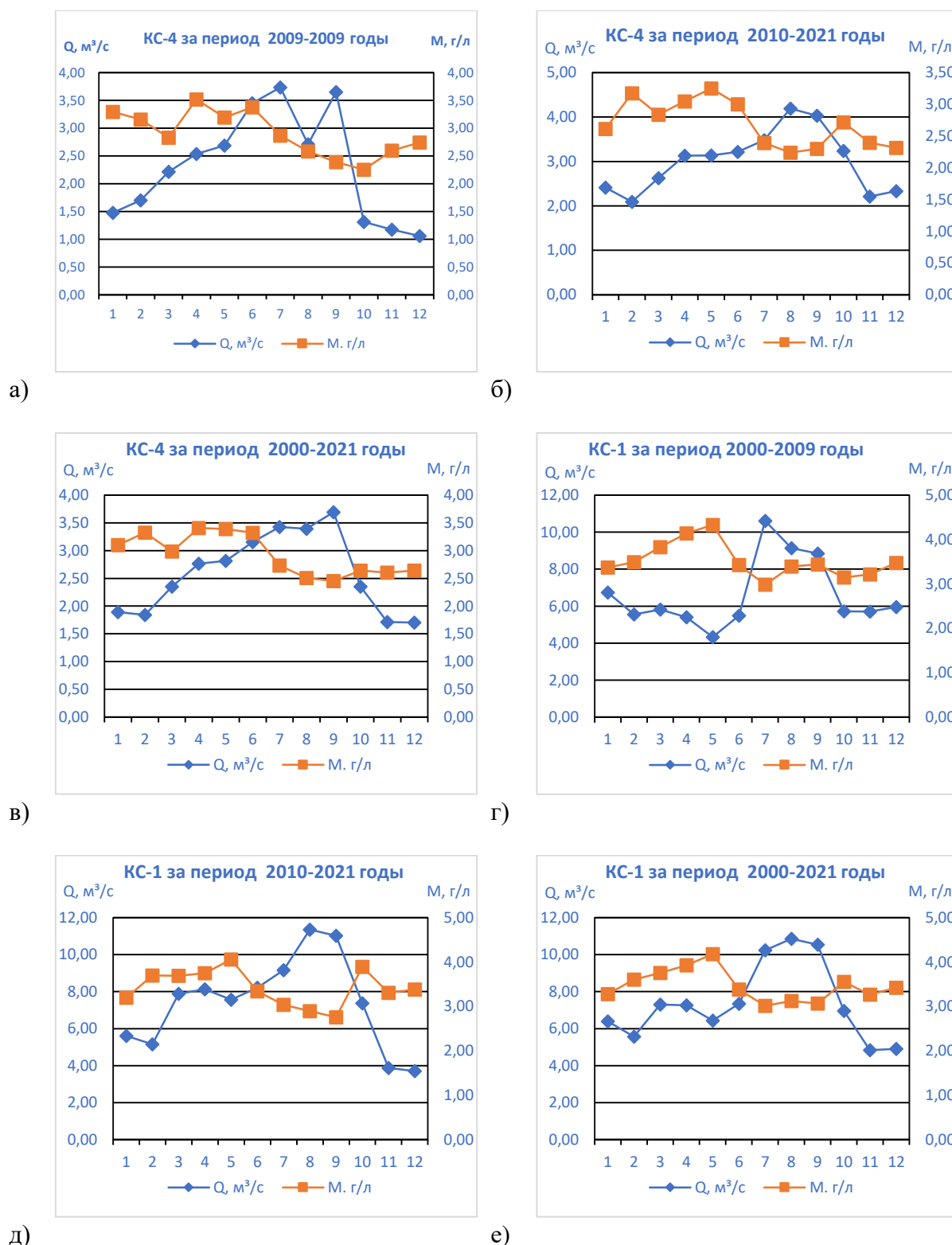


Рис. 1. Внутригодовые изменения расходов воды (Q , м³/с) и минерализации (M , г/л) в коллекторах KS-4 (а,б,в) и KS-1 (г,д,е) в 2000-2009 гг., 2010-2021 гг. и 2000-2021 гг.
Рисунок составлен авторами по данным мелиоративной экспедиции Республики Каракалпакстан

В коллекторе KS-3 в 2000-2009 гг. наблюдался четвёртый, сложный тип гидрохимического режима, состоящий в этом случае из сочетания элементов второго и третьего типов. В этот период величины среднемесячных расходов воды изменялись от 2,10 м³/с в мае до 3,72 м³/с в августе, а величина минерализации от 3,0 г/л в августе, до 5,88 г/л в июле.

В 2010-2021 гг. в данном коллекторе наблюдался третий тип гидрохимического режима, когда при заметном росте расходов воды величина минерализации менялась незначительно.

В 2000-2021 гг. в коллекторе наблюдался четвёртый, сложный тип гидрохимического режима, состоящий из признаков третьего и первого типов.

В коллекторе ККС в 2000-2009 гг. наблюдался третий тип гидрохимического режима, когда при изменении расходов воды величина её минерализации меняется незначительно.

В 2010-2021 гг. также наблюдался третий тип гидрохимического режима.

В 2000-2021 гг. в коллекторе в целом отмечался 3-тип, когда при изменении расходов воды их величина минерализации менялась незначительно.

Анализ изменения величины минерализации и содержания главных ионов. В Кунградском районе динамика величина минерализации и содержания главных ионов в 2021 г. была определена для Главного Левобережного (ГЛК) (табл. 2).

Таблица 2

Изменение величины минерализации и содержания главных ионов в коллекторах
Республика Каракалпакстан в течение 2021 г., в г/л
(по данным мелиоративной экспедиции)

Коллектор Главный левобережный, Кунградский район							
	HCO_3^-	Cl^-	SO_4^{2-}	Ca^{+2}	Mg^{+2}	Na^+	Минерализации
I	0,677	1,326	0,260	0,272	0,344		3,18
III	0,374	0,8242	1,371	0,413	0,280	0,340	3,71
VI	0,315	1,040	1,608	0,380	0,284	0,590	4,30
VII	0,246	0,858	1,585	0,387	0,244	0,504	3,90
IX	0,240	0,578	1,165	0,460	0,212	0,49	2,89
XII	0,417	0,743	1,360	0,433	0,312	0,230	3,52
Сред.	0,307	0,790	1,406	0,392	0,258	0,346	3,58
Коллектор КС-3, Кегейлийский район							
I	0,230	0,512	1,299	0,200	0,272	0,297	2,87
III	0,305	0,611	1,168	0,267	0,208	0,371	2,98
VI	0,325	1,287	1,830	0,340	0,296	0,885	5,07
VII	0,234	1,205	1,760	0,240	0,264	0,938	4,75
IX	0,214	1,304	2,025	0,587	0,336	0,588	5,17
XII	0,244	1,271	2,005	0,433	0,460	0,510	5,07
Сред.	0,259	1,032	1,681	0,346	0,306	0,598	4,32

Таблица рассчитана авторами

Содержание гидрокарбонатного иона (HCO_3^-) за наблюдаемые месяцы изменилось от 0,218 г/л (январь) до 0,417 г/л (декабрь), в среднем за отмеченные месяцы его величина была равна 0,307 г/л.

Содержание хлоридного иона (Cl^-) изменялось от 0,578 г/л (сентябрь) до 1,040 г/л (июнь), в среднем за отмеченные месяцы его величина была равна 0,790 г/л.

Содержание сульфатного иона (SO_4^{2-}) изменялось от 1,165 г/л (сентябрь) до 1,608 г/л (июнь), в среднем за отмеченные месяцы его величина равна 1,406 г/л.

Содержание иона кальция (Ca^{+2}) изменялось от 0,260 г/л (январь) до 0,460 г/л (сентябрь), в среднем за отмеченные месяцы его величина равнялась 0,392 г/л.

Содержание иона магния (Mg^{+2}) изменялось от 0,212 г/л (сентябрь) до 0,312 г/л (декабрь), в среднем за отмеченные месяцы его величина была равна 0,258 г/л.

Содержание иона натрия (Na^+) изменялось от 0,095 г/л (сентябрь) до 0,590 г/л (июнь), в среднем за отмеченные месяцы его величина была равна 0,346 г/л.

Величина минерализации изменялась от 2,89 г/л (сентябрь) до 4,30 г/л (июнь), в среднем за отмеченные месяцы её величина была равна 3,58 г/л.

В Кегейлийском районе динамика величины минерализации и содержания главных ионов была изучена на примере коллектора КС-3 (табл. 2).

Содержание гидрокарбонатного иона (HCO_3^-) за наблюдаемые месяцы изменилось от 0,214 г/л (сентябрь) до 0,325 г/л (июнь), в среднем за отмеченные месяцы его величина была равна 0,259 г/л.

Содержание хлоридного иона (Cl^-) изменялось от 0,512 г/л (январь) до 1,304 г/л (сентябрь), в среднем за отмеченные месяцы его величина была равна 1,032 г/л.

Содержание сульфатного иона (SO_4^-) изменялось от 1,168 г/л (март) до 2,025 г/л (сентябрь), в среднем за отмеченные месяцы его величина равна 1,681 г/л.

Содержание иона кальция (Ca^{+2}) изменялось от 0,200 г/л (январь) до 0,587 г/л (сентябрь), в среднем за отмеченные месяцы его величина равна 0,345 г/л.

Содержание иона магния (Mg^{+2}) изменялось от 0,208 г/л (март) до 0,460 г/л (декабрь), в среднем за отмеченные месяцы его величина равнялась 0,306 г/л.

Содержание иона натрия (Na^+) изменялось от 0,297 г/л (январь) до 0,938 г/л (август), в среднем за отмеченные месяцы его величина была равна 0,598 г/л.

Величина минерализации изменялась от 2,87 г/л (январь) до 5,17 г/л (сентябрь), в среднем за отмеченные месяцы её величина была равна 4,32 г/л.

Проведенный анализ динамики минерализации и содержания главных ионов с учетом цифровых данных может быть использован специалистами при оценке ирригационного качества коллекторных вод в различные месяцы по наиболее применяемым на практике эмпирическим формулам. В дальнейшем необходимо точно фиксировать сроки поливов и промывок сельскохозяйственных угодий, а также изучить более подробно гидрологический режим рассмотренных коллекторов.

Несмотря на значительные объемы коллекторно-дренажных вод, они практически не используются в сельском хозяйстве и отводятся в пустынные понижения или в ближайшие озера.

О возможности повторного использовании этих вод в целях ирригации указывают полевые исследования ученых-мелиораторов, среди которых можно отметить труды В.М. Легостаева [9], Г.А. Ибрагимов [5], А.У. Усманова [16], Ф.М. Рахимбаева [12], А.Р. Рамазанова и А.Р. Ражабова [11], Т.П. Глухой и Г.А. Стрельниковой [4], Д.Д. Матмуратова и др. [10], К.А. Косназарова и др. [6], Р.Т. Хожамуратовой [17, 18], Р.М. Кошекова [7], С.Е. Курбанбаева и др. [8]. Ниже опишем результаты исследований некоторых из этих ученых.

А.У. Усманов занимался вопросами методологии оценки качества дренажных вод в целях использования их на орошение. Критически оценив существующие критерии оценки пригодности воды для орошения, он предложил свою классификацию качества коллекторных вод, дифференцированную по химическому составу. При этом автор выделил хорошие воды (от 0,2 до 1,0 г/л), удовлетворительные (до 6,0 г/л) и плохие (более 6,0 г/л) [16].

А.Р. Рамазанов и А.Р. Ражабов рассмотрели перспективы использования минерализованных вод для орошения хлопчатника в различных областях Узбекистана. Основываясь на многолетних собственных наблюдениях, авторы пришли к следующим выводам:

1) дренажную воду для поливов хлопчатника следует применять только в смеси с арычной (речной) водой; 2) при этом минерализация смешанной воды при орошении легко- и среднесуглинистых почв не должна превышать 3-4 г/л, а тяжелосуглинистых и глинистых почв 2,0-2,5 г/л; 3) при этом до цветения хлопчатник лучше поливать арычной водой, и только после – минерализованной [11].

Д.Д. Матмуратов, А.Р. Рамазанов и К.А. Саятов описали свои многолетние наблюдения за орошением риса минерализованными водами в пределах оросительной системы совхоза «50 лет ВЛКСМ». В своем заключительном выводе авторы пишут, что дренажно-сбросные воды рисоводческих совхозов с минерализацией 2,0-2,5 г/л в

принципе можно повторно использовать для орошения риса, при этом нужно учитывать дренированность территории [10].

Т.П. Глухова и Г.А. Стрельникова [4] на основании собственных многолетних наблюдений установили региональные показатели оценки минерализованных вод для орошения хлопчатника. Авторы рекомендуют использовать на поливы хлопчатника в зависимости от механического состава почв воду со следующей минерализацией (г/л): для тяжело- и среднесуглинистых почв – 2,5-3,0; легкосуглинистых – до 3-4; супесей – до 4-5; песков – до 5-6 г/л. Концентрация хлора в воде не должна превышать соответственно 0,2-0,3; 0,3-0,4; 0,4-0,5 и 0,6-0,7 г/л [4].

При участии Р.Т. Хожамуратовой в конце 1990-х и начале 2000 годов были проведены исследования по выращиванию кормовых (сорго, кукуруза) и овощебахчевых (дыня, арбуз, томаты) культур с использованием для поливов минерализованных коллекторно-дренажных вод (2,0-3,0 г/л) на территории фермерских хозяйств «Каракалпак» и «Кенес» Чимбайского района. Полученные результаты показали следующее: урожайность выращиваемых культур при орошении минерализованной водой (до 2,5 г/л) была в пределах обычной нормы [17].

Р.Т. Хожамуратова также участвовала в полевых опытах по орошению минерализованной водой различных солеустойчивых культур (сорго, африканское просо, сорго-суданская трава на орошенном дне Аральского моря (участок в устье коллектора КС-1), а также на опытных участках в хозяйствах «Ойбек» и «Садык». Был получен следующий вывод: независимо от вида культур при превышении минерализации полевых вод более 4,0 г/л их рост и развитие замедляются, и это отрицательно сказывается на их урожайности. В конце проведенных полевых исследований автор отмечает, что коллекторно-дренажную воду с минерализацией до 3,0 г/л можно использовать для орошения солеустойчивых сельскохозяйственных культур, а для промывок сильно засоленных земель можно использовать воду с минерализацией 4-10 г/л [18].

Последний вывод был также подтвержден Р.М. Кошековым, который провел полевые исследования по промывкам сильнозасоленных почв минерализованными водами на территории отдельных хозяйств Амударьинского, Ходжейлийского и Кегелийского районов республики [7].

С.Е. Курбанбаев, И. Каипов и др. рассмотрели пути использования коллекторных вод для обводнения пастбищно-сенокосных угодий в дельте реки Амударьи, в качестве выводов они отмечают следующее: 1) в низовьях реки Амударьи коллекторные воды имеют повышенную минерализацию (до 3,6-5,4 г/л), поэтому эти воды для повторного орошения можно использовать в исключительных случаях (очень маловодные годы), с соблюдением различных агротехнических требований; 2) коллекторные воды повышенной минерализации (до 6-10 г/л) можно использовать для обводнения озер и пастбищно-сенокосных угодий, расположенных за пределами орошаемой зоны [8].

Выводы. В последние годы объем коллекторно-дренажных вод, образующихся на орошаемой территории Республики Каракалпакстан колебался от 1,17 км³ (2021 г.) до 2,39 км³ (2019 г.). Для сравнения отметим, что в 2000-2001 гг. он был равен 0,71-0,87 км³, а в 1968-1969 гг. – 0,45-0,64 км³.

Нужно отметить, что вся орошаемая территория данного региона характеризуется крайне слабой дренированностью и требует наличия достаточной коллекторно-дренажной системы (КДС), длина которой в 2021 г. достигла 20614,7 км. На сегодняшний день построены и находятся в эксплуатации такие крупные магистральные коллекторы, как КС-1, КС-3, КС-4, ККС, ГЛК.

Проведенный анализ собранных материалов показывает, что в 2012-2022 гг. в коллекторе КС-1 среднегодовые расходов воды изменялись от 3,9 м³/с (2013 г.) до 10,9 м³/с (2012 г.), а среднегодовая величина минерализации варьировалась от 2,66 г/л (2012 г.) до 4,56 г/л (2021 г.) ; в коллекторе КС-3 среднегодовые расходы воды изменялись от

2,10 м³/с в мае до 3,72 м³/с в августе, а среднегодовые величины минерализации менялись от 3,0 г/л в августе до 5,88 г/л в июле.

В коллекторе КС-4 среднегодовые расходы воды изменялись от 1,60 м³/с в декабре до 3,73 м³/с в июле, а среднегодовые величины минерализации колебались от 2,25 г/л в октябре до 3,52 г/л в апреле. В ККС среднегодовые расходы воды изменялись от 82 м³/с в ноябре до 10,5 м³/с в марте, а среднегодовые величины минерализации от 2,67 г/л в ноябре до 4,48 г/л в мае.

Орошение различных естественных и сельскохозяйственных культур минерализованной водой является вынужденным актом при дефиците пресной воды.

Авторы всех указанных публикаций подчеркивают необходимость выполнения различных требований, направленных на уменьшение отрицательного действия соленых вод на развитие и урожайность выращиваемых растений и состояние орошаемых почв.

Не следует орошать сельскохозяйственные культуры водой с минерализацией выше 4-5 г/л, так как важно не только выявить возможность выращивания той или иной сельскохозяйственной культуры на различных почвах, но гораздо важнее сохранить эти почвы незасоленными.

Поливы минерализованными водами можно проводить лишь в экстремальных условиях (например, в маловодные годы) с учетом всех агротехнических требований, предъявляемых к данному процессу.

По величинам минерализации коллекторных вод республики можно отметить, что на территории хлопсеющих хозяйств в верхних зонах Кегейлийского, Чимбайского, Караузьякского и Тахтакупырского районов коллекторные воды малоприспособлены для повторного использования, особенно когда их минерализация равна 3,7-4,8 г/л.

В нижней части магистральных коллекторов вышеуказанных районов минерализация обычно не превышает 2,8-3,1 г/л, поэтому эти воды можно повторно использовать для орошения и обводнения пастбищно-сенокосных угодий.

Использованная литература:

1. Абдиров Ч.А., Константинова Л.Г., Курбанбаев Е.К., Константинова Г.Г. Качество поверхностных вод низовьев Амударьи в условиях антропогенного преобразования пресноводного стока. Ташкент: Фан, 1996. 112 с.
2. Аденбаев Б.Е. Современный гидрологический режим и водообеспеченности низовьев реки Амударьи: автореф. дисс. доктора (DSc) геогр. наук. Ташкент, 2019. 67 с.
3. Аденбаев Б.Е. Формирование гидрохимического режима водных объектов низовьев р. Амударьи в условиях изменения водохозяйственной обстановки: автореф. дисс. ... канд. геогр. наук. Ташкент, 2006. 22 с.
4. Глухова Т.П., Стрельникова Г.А. Минерализованные воды Узбекистана как резерв орошения. Ташкент: Фан, 1983. 136 с.
5. Ибрагимов Г.А. Использование минерализованных вод на орошение хлопчатника. Ташкент: Фан, 1973. 130 с.
6. Косназаров К.А., Сейпуллаев К.С. и др. Методическое руководство по использованию минерализованных вод для выращивания кормовых и обще-бахчевых культур в условиях Каракалпакии. Нукус: Журналист, 1992. 24 с.
7. Кошеков Р.М. Рациональное использование водных ресурсов и совершенствование мелиоративного состояния орошаемых земель в Республике Каракалпакстан в условиях маловодья. Нукус: Билим, 2018. 171 с.
8. Курбанбаев С., Кайпов И., Каримова О., Баймуратов Р., Жанабабаев И. Пути использования коллекторных вод для обводнения пастбищно-сенокосных угодий в дельте реки Амударьи // Гидрологические и гидроэкологические проблемы Южного Приаралья: настоящее и будущее. Мат-лы респ. научно-практ. конф. Нукус, 2023. С. 34-37.
9. Легостаев В.М. Использование вод повышенной минерализации на орошение. Ташкент: Изд. АН УзССР, 1961. 100 с.
10. Матмуратов Д.Д., Рамазанов А.Р., Саятов К.А. Минерализованные воды-дополнительный источник для орошения риса. Нукус: Каракалпакстан, 1984. 114 с.

11. Рамазанов А.Р., Ражабов А.Р. Перспективы использования минерализованных вод для орошения в Узбекистане. Обзор. Ташкент: Уз НИИТИ Госплан УзССР, 1980. 27 с.
12. Рахимбаев Ф.М. Мелиорация почв низовьев Амударьи. Ташкент: Узбекистан, 1983. 102 с.
13. Руководство по использованию дренажных вод на орошение сельскохозяйственных культур и промывку засоленных земель. Ташкент: САНИИРИ, 1982. 76 с.
14. Толепова Ш.Б., Курбанбаев Р.Е., Тлеумуратова Б.С. Динамика объема и качества возвратных вод в низовьях р. Амударьи // Вестник ККОАНРУз. 2004. № 1-2. С. 46-49.
15. Указ Президента Республики Узбекистан № УП-6024 «Об Утверждении Концепции развития водного хозяйства Республики Узбекистан на 2020-2030 гг.» от 10 июля 2020 года
16. Усманов А.У. К вопросу методологии оценки качества дренажных вод в целях использования их на орошение // Труды САНИИРИ. 1978. Вып. 156. С. 55-63.
17. Хожамуратова Р.Т. Гидрологическая роль коллекторно-дренажных вод Республики Каракалпакстан в условиях дефицита водных ресурсов: автореф. дисс. ... канд. геогр. наук. Ташкент, 2009. 21 с.
18. Хожамуратова Р.Т. Комплексная оценка влияния мелиорации на гидроэкологическое состояние водных ресурсов Республики Каракалпакстан и пути его уменьшения: автореф. дисс. док. (DSc) геогр. наук. Ташкент, 2020. 65 с.
19. Чембарисов Э.И. Гидрохимия орошаемых территорий (на примере бассейна Аральского моря). Ташкент: Фан, 1988. 104 с.
20. Чембарисов Э.И., Бахритдинов Б.А. Гидрохимия речных и дренажных вод Средней Азии. Ташкент: Укитувчи, 1989. 232 с.
21. Чембарисов Э.И., Хожамуратова Р.Т. Коллекторно-дренажные воды Республики Каракалпакстан. Нукус: Билим, 2008. 57 с.
22. Чембарисов Э.И., Хожамуратова Р.Т. Комплексная оценка влияния мелиорации на гидроэкологическое состояние водных ресурсов Республики Каракалпакстан и пути его уменьшения. Ташкент: Навруз, 2020. 156 с.
23. Якубов М.А., Якубов Х.Э., Якубов Ш.Х. Коллекторно-дренажный сток Центральной Азии и оценка его использования на орошение. Ташкент: Узбекистан, 2011. 189 с.

References:

1. Abdirov Ch.A., Konstantinova L.G., Kurbanbaev E.K., Konstantinova G.G. (1996), *The quality of surface waters of the lower reaches of the Amu Darya in conditions of anthropogenic transformation of freshwater runoff*, Tashkent, 112 p. (In Russ.).
2. Adenbaev B.E. (2019), *Modern hydrological regime and water availability of the lower reaches of the Amudarya River: abstract of the diss. of the doctor (DSc) in geographical sciences*, Tashkent, 67 p. (In Russ.).
3. Adenbaev B.E. (2006), *Formation of the hydrochemical regime of the water bodies of the lower reaches of the Amudarya river in conditions of changing water management situation: abstract of diss. ... cand. of geogr. sciences*, Tashkent, 22 p. (In Russ.).
4. Glukhova T.P., Strelnikova G.A. (1983), *Mineralized waters of Uzbekistan as an irrigation reserve*, Tashkent, 136 p. (In Russ.).
5. Ibragimov G.A. (1973), *The use of mineralized waters for cotton irrigation*, Tashkent, 130 p. (In Russ.).
6. Kosnazarov K.A., Seipullaev K.S. and others (1992), *Methodological guidance on the use of mineralized waters for the cultivation of forage and general melon crops in Karakalpakstan*, Nukus, 24 p. (In Russ.).
7. Koshekov R.M. (2018), *Rational use of water resources and improvement of the reclamation condition of irrigated lands in the Republic of Karakalpakstan in conditions of low water*, Nukus, 171 p. (In Russ.).
8. Kurbanbaev S., Kaipov I., Karimova O., Baymuratov R., Zhanabavaev I. (2023), *Ways of using collector waters for irrigation of pasture and hay lands in the delta of the Amu Darya River, Hydrological and hydroecological problems of the Southern Aral Sea region: present and future, materials of Republican Scientific and Practical Conference*, Nukus, p. 34-37. (In Russ.).
9. Legostaev V.M. (1961), *The use of waters of increased mineralization for irrigation*, Tashkent, 100 p. (In Russ.).

10. Matmuratov D.D., Ramazanov A.R., Sayatov K.A. (1984), *Mineralized waters are an additional source for rice irrigation*, Nukus, 114 p. (In Russ.).
11. Ramazanov A.R., Razhabov A.R. (1980), *Prospects for the use of mineralized waters for irrigation in Uzbekistan. Review*, Tashkent, 27 p. (In Russ.).
12. Rakhimbaev F.M. (1983), *Soil reclamation of the lower reaches of the Amu Darya*, Tashkent, 102 p. (In Russ.).
13. *Guidelines for the use of drainage water for irrigated crops and the washing of saline lands* (1982), Tashkent, 76 p. (In Russ.).
14. Tolepova Sh.B., Kurbanbaev R.E., Tleumuratova B.S. (2004), Dynamics of volume and quality of return waters in the lower reaches of the Amudarya River, *Bulletin of KCOANRUz*, No. 1-2, p. 46-49. (In Russ.).
15. Decree of the President of the Republic of Uzbekistan No. DP-6024 "On Approval of the Concept of developed water management of the Republic of Uzbekistan for 2020-2030" dated July 10, 2020. (In Russ.).
16. Usmanov A.U. (1978), On the issue of methodology for assessing the quality of drainage waters in order to use them for irrigation, *Proceedings of SANIIRI*, issue 156, p. 55-63. (In Russ.).
17. Khozhmuratova R.T. (2009), *The hydrological role of collector and drainage waters of the Republic of Karakalpakstan in conditions of water scarcity: abstract of the diss. ... cand. geogr. sciences*, Tashkent, 21 p. (In Russ.).
18. Khozhmuratova R.T. (2020), *A comprehensive assessment of the bleating of land reclamation on the hydroecological state of the water resources of the Republic of Karakalpakstan and ways to reduce it: abstract of the diss. of the Doctor of Geographical Sciences (DSc)*, Tashkent, 65 p. (In Russ.).
19. Chembarisov E.I. (1988), *Hydrochemistry of irrigated territories (on the example of the Aral Sea basin)*, Tashkent, 104 p. (In Russ.).
20. Chembarisov E.I., Bakhritdinov B.A. (1989), *Hydrochemistry of river and drainage waters of Central Asia*, Tashkent, 232 p. (In Russ.).
21. Chembarisov E.I., Khozhmuratova R.T. (2008), *Collector and drainage waters of the Republic of Karakalpakstan*, Nukus, 57 p. (In Russ.).
22. Chembarisov E.I., Khozhmuratova R.T. (2020), *A comprehensive assessment of the bleating of land reclamation on the hydroecological state of the water resources of the Republic of Karakalpakstan and ways to reduce it*, Tashkent, 156 p. (In Russ.).
23. Yakubov M.A., Yakubov H.E., Yakubov Sh.Kh. (2011), *Collector-drainage runoff of Central Asia and assessment of its use for irrigation*, Tashkent, 189 p. (In Russ.).

Сведения об авторах:

Чембарисов Эльмир Исмаилович – Научно-исследовательский институт ирригации и водных проблем (Ташкент, Узбекистан), доктор географических наук, профессор. E-mail: echembar@mail.ru

Баллиев Ажинияз Ибрагимович – Научно-исследовательский институт ирригации и водных проблем (Ташкент, Узбекистан), базовый докторант (PhD). E-mail: ajok90@mail.ru

Information about authors:

Chembarisov Elmir – Scientific Research Institute of Irrigation and Water Problems (Tashkent, Uzbekistan), Doctor of Geographical Sciences, Professor. E-mail: echembar@mail.ru

Balliev Azhiniyaz – Scientific Research Institute of Irrigation and Water Problems (Tashkent, Uzbekistan), basic doctoral student (PhD). E-mail: ajok90@mail.ru

Для цитирования:

Чембарисов Э.И., Баллиев А.И. Состояние коллекторно-дренажных вод орошаемой территории Каракалпакстана и обобщение полевых исследований по их использованию // Центральноеазиатский журнал географических исследований. 2024. № 1-2. С. 74-85.

For citation:

Chembarisov E.I., Balliev A.I. (2024), The state of collector and drainage waters of the irrigated territory of Karakalpakstan and the generalization of field studies on their use, *Central Asian Journal of Geographical Sciences*, No. 1-2, pp. 74-85. (In Russ.).